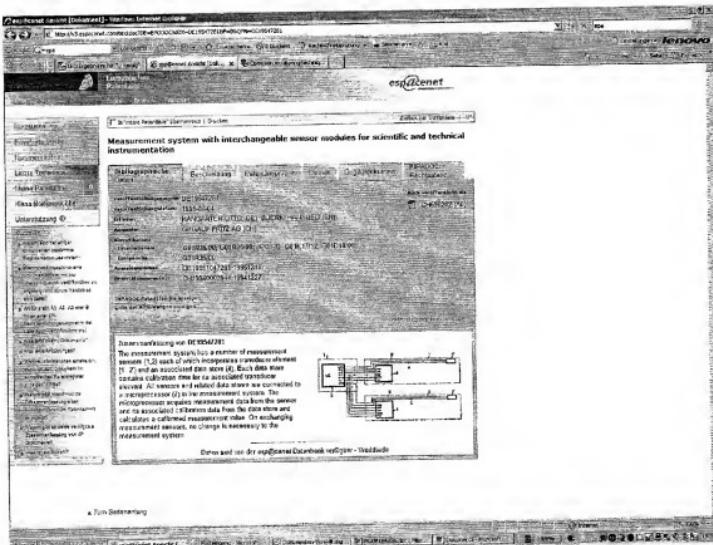


## Abstract of DE 195 47 281

The measurement system has a number of measurement sensors (1,2) each of which incorporates transducer element (1', 2') and an associated data store (4). Each data store contains calibration data for its associated transducer element. All sensors and related data stores are connected to a microprocessor (7) in the measurement system. The microprocessor acquires measurement data from the sensor and its associated calibration data from the data store and calculates a calibrated measurement value. On exchanging measurement sensors, no change is necessary to the measurement system.



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 195 47 281 A1

⑯ Int. Cl. 5:  
G 01 D 18/00  
// G 01 K 17/12

DE 195 47 281 A1

⑯ Aktenzeichen: 195 47 281.0  
⑯ Anmeldetag: 18. 12. 95  
⑯ Offenlegungstag: 4. 7. 96

⑯ Unionspriorität: ⑯ ⑯ ⑯  
27.12.94 CH 03944/94

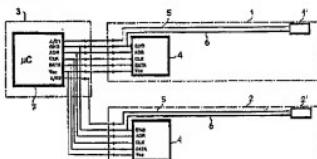
⑯ Anmelder:  
Fritz Gegau AG Bernina-Nähmaschinenfabrik,  
Steckborn, Thurgau, CH

⑯ Vertreter:  
Herrmann-Trentepohl und Kollegen, 81476 München

⑯ Erfinder:  
Hangarter, Otto, 78337 Öhningen, DE; Bürgi,  
Hansueli, Lanzenneunforn, CH

⑯ Maßordnung, Verfahren zur Herstellung derselben und Maßverfahren

⑯ Eine beliebige Anzahl von Messfühlern (1, 2) weisen je einen eigentlichen Sensor (1', 2') und einen diesem Sensor zugeordneten Speicher (4) auf. Jeder Speicher (4) enthält Kenndaten der Charakteristik des zugeordneten Sensors (1', 2'). Alle Sensoren (1', 2') und die ihnen zugeordneten Speicher (4) sind mit dem Mikroprozessor (7) einer Auswerteelektronik (3) verbunden. Anhand je eines Messsignals eines Sensors (1', 2') und der aus dem zugeordneten Speicher (4) ausgewählten Kenndaten dieses Sensors berechnet der Mikroprozessor (7) den Meßwert. Unabhängig von der individuellen Charakteristik jedes Sensors wird damit durch ein und dieselbe, unveränderte Auswerteelektronik ein korrekter Meßwert ermittelt, indem die im jeweils zugeordneten Speicher (4) abgelegten Kenndaten bei der Auswertung mitberücksichtigt werden. Bei Auswechseln von Fühlern (1, 2) ist daher unabhängig von der Charakteristik des ausgewechselten Fühlers kein Neubegleich der Auswerteelektronik erforderlich.



DE 195 47 281 A1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Meßanordnung mit mindestens einem Sensor und einer Auswertelektronik zur Auswertung des elektrischen Meßsignals des Sensors. Solche Anordnungen mit Sensoren verschiedenster Art sind auf praktisch allen Gebieten der Wissenschaft und Technik im Einsatz. Die Anforderungen an die Genauigkeit der Sensoren bzw. der Messung sind unterschiedlich. Bei höheren Anforderungen an die Meßgenauigkeit ergeben sich Probleme, weil sich bei der Massenproduktion von Sensoren Streuungen in deren Charakteristik ergeben. Diese Streuungen müssen berücksichtigt werden, wenn eine genaue Messung von Absolutwerten erforderlich ist. Diesen Schwierigkeiten wurde bisher auf zwei Arten begegnet.

Entweder werden die Sensoren fest mit der Auswertelektronik verbunden und mit dieser zusammen abgeglichen. Der Abgleichvorgang verursacht erhebliche Kosten. Bei einem Austausch von Sensoren muß neu abgeglichen werden. Sind mit der Elektronik verschiedene Sensoren verbunden, müssen mehrere separat abgleichbare Meßkreise vorhanden sein.

Für Differenzmessungen werden die Sensoren paarweise ausgesucht. Abgesehen davon, daß dieses Verfahren sehr aufwendig ist, wird in den meisten Fällen trotzdem ein Abgleichvorgang sowohl bei der ersten Installation der Anordnung, als auch beim nachträglichen paarweisen Austauschen von Sensoren erforderlich.

Ziel vorliegender Erfindung ist es, eine Meßanordnung mit Sensoren derart zu gestalten, daß weder bei der Inbetriebnahme noch beim Austausch von Sensoren ein neuer Abgleich erforderlich wird, wobei außerdem ein einheitlicher Rechner in der Auswertelektronik im Multiplex-Verfahren für mehrere Sensoren eingesetzt werden kann. Dieses Ziel wird gemäß Anspruch 1 erreicht. Damit wird es nun möglich, daß die Auswertelektronik bei jedem Meßvorgang nicht nur einen Meßwert sondern auch Daten über die Charakteristik des Sensors empfängt und gestützt auf diese Daten den Meßwert auswertet. Handelt es sich um einen Sensor mit einer genügend linearen Charakteristik, kann es genügen, ein Kenndatum einzugeben, während bei nichtlinearen Sensoren und hohen Ansprüchen an die Meßgenauigkeit eine Anzahl von Kenndaten zur Verfügung gestellt werden muß, welche die Charakteristik des Sensors im gewünschten Meßbereich genügend genau wiedergibt. Entsprechend mehr oder weniger komplex fällt natürlich der Rechner der Auswertelektronik aus, aber für eine bestimmte Art von Sensoren muß dieser Rechner nur einmal zur Verfügung stehen, um nacheinander Meßwerte eines oder mehrerer Sensoren auszuwerten.

Vorzugsweise wird nur eine beschränkte Anzahl von Kenndaten, z. B. drei Kenndaten, im Speicher des Sensors abgelegt, und der Rechner der Auswertelektronik wird so gestaltet, daß er anhand dieser Kenndaten eine Korrekturfunktion, insbesondere eine Korrekturfunktion zweiten Grades berechnet, die der Messung zugrundegelegt wird. Es wird damit verhältnismäßig wenig Speicherkapazität für die Kenndaten beansprucht, was es erlaubt, weitere wichtige Daten im Speicher des Sensors unterzubringen.

In diesem Sinne können Herstellerdaten gespeichert sein, anhand welcher jederzeit ermittelt werden kann, um welche Art von Sensor es sich handelt. Es wird damit vermieden, daß diese Daten sichtbar am Sensor angebracht werden müssen, wo sie je nach Einsatz des Sensors mit der Zeit unleserlich werden können. Es können weiterhin Daten gespeichert sein, welche die Auswertelektronik darüber orientieren, nach welchen Kriterien für den gegebenen Sensor die Korrekturfunktion zu berechnen ist.

Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Herstellung eines Sensors bzw. einer Meßanordnung gemäß Anspruch 10. Damit können z. B. bei einer Anordnung zum Erfassen der Heizenergie anhand der gespeicherten Daten Rückschlüsse auf den Energiezähler gezogen werden, an dem ein Temperaturfühler adaptiert war.

Die Erfindung betrifft auch ein Meßverfahren gemäß Anspruch 12. Damit können z. B. bei einer Anordnung zum Erfassen der Heizenergie außer den kostenrelevanten Werten auch Betriebsdaten des Meßsystems erfaßt und ausgewertet werden.

Die Erfindung wird nun anhand eines Ausführungsbeispiels und eines Anwendungsbeispiels der erfundungsgemäßen Meßanordnung näher erläutert.

Fig. 1 zeigt ein Schaltschema der Anordnung, und

Fig. 2 zeigt eine praktische Meßanordnung als Anwendungsbeispiel.

Fig. 1 zeigt schematisch Fühler 1 und 2, die mit einer Auswertelektronik 3 verbunden sind. Die Fühler 1 und 2 weisen je einen Festspeicher 4, beispielsweise wie PROM oder EEPROM auf. Die Sensoren sind je über eine separate Leitung 5 mit einem Analogeingang der Auswertelektronik bzw. gemäß Fig. 1 mit je einem Analog/Digital-Wandler A/D1 bzw. A/D2 verbunden. Die Sensoren, die Speicher 4 und die Auswertelektronik sind ferner durch einen gemeinsamen Massenleiter 6 verbunden, dessen Eingänge bzw. Ausgänge mit GND bezeichnet sind. Aus der Auswertelektronik bzw. deren Mikroprozessor 7 werden die Sensoren 1' mit Gleichstrom versorgt, wenn es sich um passive Sensoren handelt, oder aber die Signale aktiver Sensoren, beispielsweise Piezoelementen, photoelektrischen Wandlern oder dergleichen werden an die Auswertelektronik übertragen. Die Speicher 4 und der Mikroprozessor 7 der Auswertelektronik weisen weitere gemeinsame Eingänge bzw. Ausgänge auf, nämlich Adresseingänge bzw. -ausgänge ADR, Takteingänge bzw. -ausgänge CLK, Dateneingänge bzw. -ausgänge DATA und eine Stromversorgung Vcc.

Wie bereits erläutert, gelangen die Analogsignale der Sensoren 1' und 2' an die entsprechenden Eingänge des Mikroprozessors 7 und werden dort durch die Analog/Digital-Wandler digitalisiert und dem Rechner des Mikroprozessors zugeführt. Der Mikroprozessor 7 ist nun so programmiert, daß er nacheinander je einen der Speicher 4 bzw. der Fühler 1 oder 2 bzw. weitere nicht dargestellte aber eventuell vorhandene Fühler adressiert und dabei über die Datenleitung im adressierten Speicher 4 abgelegte Daten über die Charakteristik des Sensors auslesen kann. Diese Daten werden dann dem Rechner des Mikroprozessors zugeführt und der Auswertung des vom betreffenden Sensor empfangenen Meßsignals zugrundegelegt. Wie erwähnt, kann es sich im einfachsten Falle um ein einziges Kenndatum handeln, im allgemeinen werden aber mehrere Daten zur Verfügung stehen, welche die Charakteristik des betreffenden Sensors so genau wiedergeben, wie es die Meßgenauigkeit erfordert.

Im Anhang, Seiten (8) und (9) ist eine Tabelle der im Speicher 4 eines Sensors abgelegten Daten für das Beispiel einer Temperaturmessung dargestellt, wobei angenommen ist, der Sensor sei ein temperaturabhängiger Widerstand. Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß als Kenndaten nicht nur die Widerstandswerte bei drei Temperaturen sondern auch die zugehörigen Temperaturen abgespeichert werden. Es wird damit möglich, jederzeit die abgelegten Korrekturwerte zu kontrollieren bzw. zu berechnen, ohne daß eine Datensicherung dieser Werte notwendig wäre. Anhand der drei gespeicherten Kennwerte oder Eichwerte wird nun im Prozessor der Auswerteelektronik nach einem der Art des Fühlers entsprechenden Programms eine Korrekturenfunktion zweiten Grades berechnet, die der Messung zugrundegelegt wird. Wie aus der Tabelle ersichtlich, sind nämlich auch Hersteller – bzw. Typendaten – eingespeichert, welche die Auswerteelektronik aus lesen und entsprechend die Berechnung vornehmen kann.

Der Mikroprozessor 7 kann zusätzliche Funktionen übernehmen. So kann er beispielsweise jeweils die Plausibilität entweder des empfangenen Melssignals oder aber der aus dem Speicher 4 entnommenen Daten überprüfen und im Falle einer außergewöhnlichen Abweichung anzeigen, daß ein bestimmter Fühler wahrscheinlich defekt ist. Muß ein defekter Fühler ersetzt werden, wird er selbstverständlich mitsamt dem ihm zugeordneten Speicher 4 ersetzt. Bei den nach dem Ersatz erfolgenden Messungen liest der Mikroprozessor 7 jeweils die Kenndaten aus dem Speicher 4 des neu eingesetzten Fühlers aus und legt dieselben der Auswertung des Sensorsignals zugrunde. Die Auswechslung von Fühlern bzw. Sensoren bietet somit überhaupt keine Probleme, und im eingingen erwähnten Fall der paarweisen Zuordnung von zwei Fühlern, beispielsweise beim Erfassen des Wärmeverbrauchs einer Heizung, braucht nur der defekte Fühler ausgewechselt zu werden und nicht das ganze Fühlerpaar.

Die Eichung der Führer, d. h. jedes Sensors und dem ihm zugeordneten Speicher erfolgt bei der Herstellung, wo die Kenndaten jedes einzelnen Sensors gemessen und die entsprechenden Kenndaten im zugeordneten Speicher 4 abgelegt werden. Ein erheblicher Vorteil dieses Vorgehens bzw. der erfundsgemäßen Anordnung liegt ebenfalls darin, daß auf die Einhaltung übereinstimmender Charakteristiken bei der Herstellung der Sensoren kein großes Gewicht mehr gelegt werden muß, weil die Charakteristik des Sensors ohnehin überprüft und entsprechend gespeichert sowie dann bei der Messung berücksichtigt wird.

Fig. 2 zeigt einen Durchflußzähler 8 mit Anschlußstutzen 9 wie er beispielsweise bei der Erfassung des Wärmeverbrauchs eingesetzt wird. Dabei erfäßt der Durchflußzähler 8 die durchgeflossene Warmwassermenge. Mit dem Durchflußzähler 8 ist ein Gehäuse 10 verbunden, in welchem sich die Speicher 4 von zwei Meßfühlern befinden. Die zugeordneten Sensoren 11 sind über Kabel 12 mit den Speichern 4 bzw. den nicht dargestellten Anschlußklemmen zur Verbindung der Messleitung gemäß Fig. 2 mit einem zentralen Prozessor verbunden, in welchem die Ergebnisse mehrerer Meßstellen ausgewertet werden können. Die Führer 11 erfassen beispielsweise die Vorlauf- und Rücklauftemperatur des Heizwassers. Im Gehäuse 10 befindet sich außerdem ein geeigneter Fühler, welcher Zählimpulse des Durchflußmeters 8 erfäßt. Der Durchflußmesser 8 weist beispielsweise ein Flügelrad auf, mit dem ein Magnet verbunden ist und ein diesem Magnet zugeordneter Fühler im Gehäuse 10 überträgt bei jeder Umdrehung des Flügelrades einen Zählimpuls an die zentrale Auswerteelektronik. Diese Elektronik kann weitere Wertungsdaten berücksichtigen, um eine individuelle Heizkostenabrechnung zu erstellen.

Aus den Tabellen ist ersichtlich, welche Daten beispielsweise im Speicher 4 eines Sensors abgelegt sein können. Abgesehen von den schon erwähnten Temperatur- und Widerstandswerten sind die zugehörigen Korrekturwerte 1 bis 3 vorhanden, ferner Daten betreffend die spezielle Auswerteelektronik, für welche der Sensor bestimmt ist bzw. mit welcher er verbunden ist. Diese Anwenderdaten sind an den Adressen 30 bis 3F und 54 bis 57 abgelegt, und sie können bei der Inbetriebnahme von der Auswerteelektronik in das EEPROM 4 des Sensors geschrieben werden. Es wird damit möglich, im beschriebenen Ausführungsbeispiel anhand der Daten des Temperaturfühlers Rückschlüsse auf den Energiezähler zu ziehen, an dem er adaptiert war. An den Adressen 76 bis 7F sind sodann Daten betreffend den Sensor abgelegt. Wie schon erwähnt, können diese Daten zur Bestimmung der Berechnungsart durch die Auswerteelektronik dienen, sie erlauben aber auch, fehlerhafte Chargen schnell zu erkennen. All diese Daten können auch zur Plausibilitätsprüfung bzw. zur späteren Datenhaltung herangezogen werden.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

	Adresse (HEX)	Inhalt	Adresse (HEX)	Inhalt	Eintrag durch	Format
5	50	Reserve	51	Reserve	BET	
	52	Reserve	53	Reserve	BET	
	54	BE Serien-Nr EMST: Stelle 3+4	55	BE Serien-Nr EMST: Stelle 1+2	BET	Word
	56	BE Serien-Nr EMST: Stelle 7+8	57	BE Serien-Nr EMST: Stelle 5+6	BET	Word
	58	Testflag Bad 25°	59	Testflag Bad 25°	BET	Word
10	5A	Testflag Bad 50°	5B	Testflag Bad 50°	BET	Word
	5C	Testflag Bad 75°	5D	Testflag Bad 75°	BET	Word
	5E	Temperaturwert Bad 25°	5F	Temperaturwert Bad 25°	BET	Float
	60	Temperaturwert Bad 25°	61	Temperaturwert Bad 25°	BET	Float
	62	Temperaturwert Bad 50°	63	Temperaturwert Bad 50°	BET	Float
	64	Temperaturwert Bad 50°	65	Temperaturwert Bad 50°	BET	Float
	66	Temperaturwert Bad 75°	67	Temperaturwert Bad 75°	BET	Float
	68	Temperaturwert Bad 75°	69	Temperaturwert Bad 75°	BET	Float
	6A	Widerstandswert Bad 25°	6B	Widerstandswert Bad 25°	BET	Float
	6C	Widerstandswert Bad 25°	6D	Widerstandswert Bad 25°	BET	Float
20	6E	Widerstandswert Bad 50°	6F	Widerstandswert Bad 50°	BET	Float
	70	Widerstandswert Bad 50°	71	Widerstandswert Bad 50°	BET	Float
	72	Widerstandswert Bad 75°	73	Widerstandswert Bad 75°	BET	Float
	74	Widerstandswert Bad 75°	75	Widerstandswert Bad 75°	BET	Float
25	76	Artikel-Nummer: Stelle 3+4	77	Artikel-Nummer: Stelle 1+2	BET	Word
	78	Artikel-Nummer: Stelle Z + Ae	79	Artikel-Nummer: 5+6	BET	Word
	7A	Fühlertyp: 0...255	7B	Artikel-Nummer: Variante	BET	Byte/Byte
	7C	Herstellungsdatum: Monat	7D	Herstellungsdatum: Tag	BET	Word
	7E	Teaversion-Nr: 0..255	7F	Herstellungsdatum: Jahr	BET	Byte/Byte

30

35

40

45

50

55

60

65

Adresse (HEX)	Inhalt	Adresse (HEX)	Inhalt	Eintrag durch	Format
00	01	01	:		
02	03	02			
04	05	04			
06	07	06			
08	09	08			
0A	0B	0A			
0C	0D	0C			
0E	0F	0E			
10	11	10			
12	13	12			
14	15	14			
16	17	16			
18	19	18			
1A	1B	1A			
1C	1D	1C			
1E	1F	1E			
20	Korrekturwert 1	21	Korrekturwert 1	BET	Float
22	Korrekturwert 1	23	Korrekturwert 1	BET	Float
24	Korrekturwert 2	25	Korrekturwert 2	BET	Float
26	Korrekturwert 2	27	Korrekturwert 2	BET	Float
28	Korrekturwert 3	29	Korrekturwert 3	BET	Float
2A	Korrekturwert 3	2B	Korrekturwert 3	BET	Float
2C	2D	2C			
2E	2F	2E			
30	Tobler Seriennummer: Stelle 1+2	31	Tobler Seriennummer: Stelle 3+4	Hinze	Word
32	Tobler Seriennummer: Stelle 5+6	33	Tobler Seriennummer: Stelle 7+8	Hinze	Word
34	BE Serien-Nr EMSS: Stelle 1+2	35	BE Serien-Nr EMSS: Stelle 3+4	Hinze	Word
36	BE Serien-Nr EMSS: Stelle 5+6	37	BE Serien-Nr EMSS: Stelle 7+8	Hinze	Word
38	Max.Temp.Vorlauf	39	Max.Temp.Rücklauf	Müller	Byte/Byte
3A	Fehlercode	3B	Fehlercode	Müller	Word
3C	Statuswort	3D	Statuswort	Müller	Word
3E	Configuration	3F	Configuration	Hinze	Word
40	41	40			
42	43	42			
44	45	44			
46	47	46			
48	Reserve	49	Reserve	BEP	
4A	Reserve	4B	Reserve	BEP	
4C	Reserve	4D	Reserve	BEP	
4E	Reserve	4F	Reserve	BEP	

## Patentansprüche

1. Maßanordnung mit mindestens einem Sensor (1', 2') und einer Auswertelektronik (3) zur Auswertung des elektrischen Messsignals des Sensors, dadurch gekennzeichnet, daß dem Sensor (1', 2') ein durch die Auswertelektronik auslesbarer Speicher (4) zugeordnet ist, in welchem Kenndaten des Sensors abgelegt sind und daß die Auswertelektronik (3) einen Rechner aufweist zur Berechnung des Meßwertes anhand der Kenndaten. 50
2. Maßanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Speicher (4) mindestens drei Kenndaten abgelegt sind und daß der Rechner der Auswertelektronik (3) zur Berechnung einer Korrekturfunktion aus den Kenndaten geeignet ist. 55
3. Maßanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß drei Kenndaten abgelegt sind und der Rechner zur Berechnung einer Korrekturfunktion zweiten Grades geeignet ist.
4. Maßanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß im Speicher (4) Speicherplätze mit Herstellerdaten des Sensors (1', 2') vorgesehen sind. 60
5. Maßanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswertelektronik (3) anhand ausgelesener Herstellerdaten den Rechner zur Berechnung einer dem Sensor zugeordneten Korrekturfunktion zu steuern geeignet ist.
6. Maßanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswertelektronik (3) zur Plausibilitätsprüfung und Fehlererkennung des Sensors (1', 2') und der Anlage welcher der Sensor zugeordnet ist, geeignet ist. 65
7. Maßanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Sensoren (1', 2')

DE 195 47 281 A1

durch ein Bussystem mit der Auswertelektronik (3) verbunden und einzeln adressierbar (ADR) sind.  
8. Meßanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Speicher (4) in einem auf einer bestehende Meßvorrichtung, z. B. einen Durchflußzähler (8) aufgesetzten Gehäuse (10) untergebracht ist.

5 9. Meßanordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel vorgesehen sind, um außer Meßsignalen von Sensoren (1', 2') auch andere Daten, z. B. Zählimpulse, zu erfassen und zu übertragen.

10 10. Verfahren zur Herstellung eines Sensors bzw. einer Meßanordnung nach Anspruch 1, wobei der Sensor (1', 2') ausgemessen und seine Kenndaten in den Speicher (4) abgelegt werden, und wobei der Speicher (4) dem Sensor (1', 2') unverwechselbar zugeordnet, z. B. mechanisch und/oder elektrisch verbunden wird, dadurch gekennzeichnet, daß weitere Daten im Speicher (4) abgelegt werden, insbesondere Herstellerdaten und/oder Daten der zugeordneten Auswertelektronik und/oder Betriebsdaten der Gesamtanlage, welcher die Meßanordnung zugeordnet ist.

15 11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß in den Speicher (4) Kenndaten sowohl des Meßwertes, z. B. eines Widerstandes, als auch die gemessene Größe, z. B. die Temperatur, eingespeichert werden.

12. Meßverfahren mit Hilfe der Meßanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß außer den Meßwerten auch Betriebsdaten der Meßanordnung erfaßt und ausgewertet werden.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

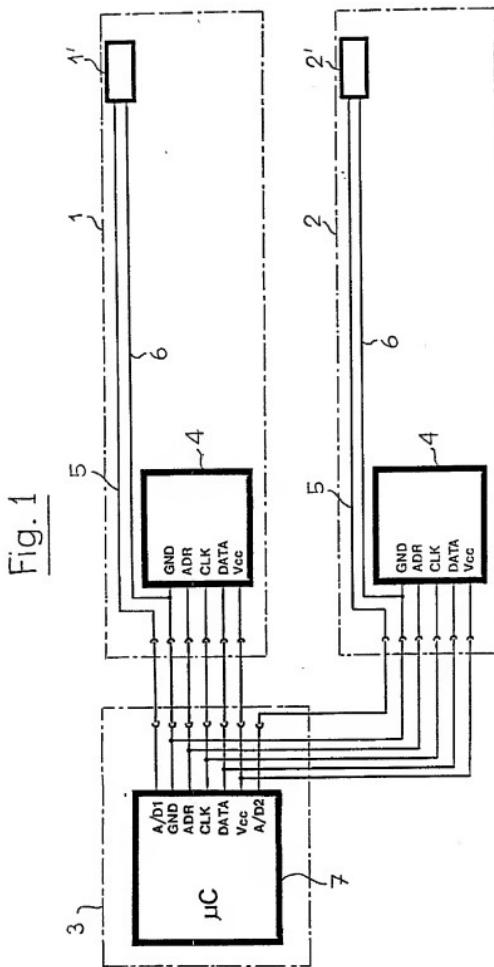
45

50

55

60

65



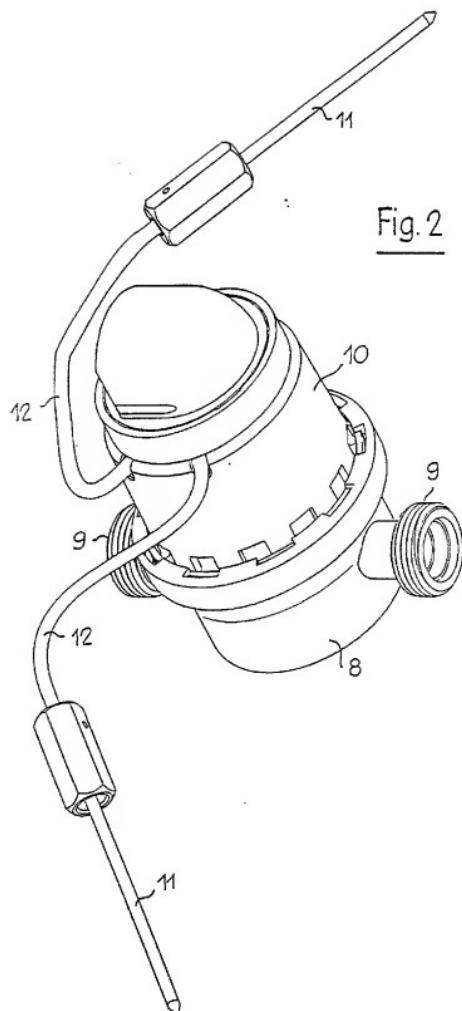


Fig. 2